Research & Development Highlights

96-205 Technical Series

ENERGY EFFICIENT WINDOWS, LIGHTING & HUMAN HEALTH

Introduction

In a well-insulated building the greatest percentage of heat loss occurs through windows. This has created a large industry to improve the thermal performance of windows. Of the many technological advances in this area, the most heavily promoted windows are thermally sealed units containing one or more panes of glass with a low-emissivity coating - also known as low-E windows. Other advances include the development of insulated frames, thermally efficient spacers, inert gas filler between panes, and multiple pane assemblies.

Spectral transmittance of glazing is defined as a measure of the fraction of light that passes through it. Coatings or tintings on the glazing act as a filter, changing the glazing's spectral transmittance and therefore, the light that is available to the occupants. No attention has been given to how the altered transmittance may affect occupants. Due to the widespread use of low-E windows, the possibility of an impact on occupant health demands attention. As well, building codes should be examined as current codes reflect window materials that have been used in the past, namely clear glass, and do not account for these new types of glazing.

CMHC has initiated a number of projects to examine this issue. This document was created to provide an overview of this research and includes a synopsis of 5 recently completed projects which investigate various aspects of lighting, low-E windows and health.

Lighting and Human Health examines the known effects of light on human physiology, specifically vision, endocrine system, and general physiology. While the visual system can adapt to a wide range of light levels, the non-visual processes involving light seem to work best under higher absolute light levels. The non-visual effects of light include influences on mood, synchronization of daily rhythms to the cycle of night and day, and production of hormones.

The report provides an overview of current knowledge in this area. Topics discussed in this review include:

- the physical characteristics of light and methods of measurement;
- the structure and function of the visual system and physiological mechanisms involved in colour perception, brightness, and contrast sensitivity;
- the physiological processes involved in light exposure;
- the influence of light on mental health and sleep patterns; and
- the use of windows in the home and workplace.

CMHC SCHL
Helping to house Canadians

NHA 6330

Research is required to gain a better understanding of the impact of light (in terms of intensity, spectral range and duration) on health. This is particularly important for those at risk of inadequate exposure to light such as the aged, institutionalized, and individuals with sensitivities to light.

The Spectral Transmittance of Glazing Used in Canadian Houses examines a variety of glazing types used in Canada. Clear, tinted and low-E glass were tested for their spectral transmittance, based on glazing thickness and number of panes used in the window assembly. Samples of clear glazing gave visible transmittances in the visible around 90%, while lower transmittances (as low as 50%) were seen for tinted glass and glass with increased glazing thickness. The low-E glazing samples had visible spectral transmittances around 80% while the double-glazed window assembly with argon gas fill had a transmittance of 70% in the visible. Transmittance in the short wavelength region was lower than for clear glass.

Regulations and Standards for Daylighting in Housing in Northern Latitude Countries

This report examines standards for daylighting in housing in Canada and other countries. Current and future design regulations are presented, as are current and future rating systems and regulations for window glazing.

Criteria for light can be categorized under intensity, duration and quality. The daylight factor addresses the issue of lighting intensity and has been used extensively in research and building design. The duration of light is not regulated in housing but is controlled in art museums and the like. Quality of light, in terms of spectral transmittance through windows, is still under much study.

Regulations for daylighting in housing have historically been based on window opening size. Canada, Denmark, Finland, the Netherlands, Norway and the United States all stipulate minimum window size as a percentage of floor area - usually around 10%.

France, Germany, Japan, and Sweden include a number of alternate criteria to window size. These include stipulations for area of window opening, transmittance of diffuse light, depth of room, minimum duration of exposure to sunshine, daylight factor, and illumination distribution. Sweden and the United Kingdom have standards to ensure good daylighting for new and existing buildings.

Of the countries surveyed, France has corrected the window opening size for transmittance. Denmark is planning changes to their daylighting criteria based on the effects of high performance glazing systems. Sweden is moving towards a minimum transmittance of 0.60.

A Survey of Effects of Low-E Windows on the Well-Being of Home Occupants lists the responses to a survey of 51 homeowners living in homes built or renovated with low-E windows. Of this group, 37 were new houses, 11 had some windows replaced with low-E windows, and 3 had all windows replaced with low-E

102-03278/

windows. The questionnaire used in the survey was based on standard questionnaires which look at human responses to seasonal changes. The purpose of the questionnaire was to assess homeowner satisfaction with their windows. Questions directly pertaining to their health were not asked.

The questions included house characteristics (i.e. house age, duration of occupation, window type, and number of windows replaced in retrofit), observations of interior space (i.e. brightness, use of interior lighting), impact of weather on occupant's mood, impact of seasonal changes on occupant's mood, and general observations.

The respondents expressed satisfaction with the thermal efficiency of their new windows. They also reported positive perceptions of spaciousness, comfort and brightness, but these may be due to improvements in house design, location or orientation with the previous house.
The survey found that occupants are affected by changes in the seasons, but it did not find correlation between seasonal effects and the type of windows.

Responses to a question of growth of houseplant ranged from improved growth, to no change, to poor growth.

Effects of New Window Glazings on Plants and People is a follow-up to the previous survey in order to assess the effect of glazing on plants. A second objective was to determine the effect of glazing types on a panel of environmentally hypersensitive individuals. Of the 45 responses to plant growth, 25 indicated no change, 16 indicated increased plant growth, and 4 indicated poor plant growth. Four additional cases of impaired plant growth were directly reported to CMHC. These responses are due to a combination of factors including: window size and orientation, transmission capabilities of the window glazing, and individual plant requirements. Design features consisting of larger window size and better solar orientation in new houses will lead to increased amounts of light, while the lower transmittance properties of low-E windows will lead to decreased amounts of light.

The reported improved growth of houseplants in the new houses can be explained by a net increase in the amount of light, i.e. the positive effects of the design features exceed the reduction in transmittance due to the low-E glazings. In some cases, there is also a better fit of the lighting requirements of certain plants with the filtered light provided by the low-E windows. The lack of observed changes in plant growth in twenty-five houses is very likely due to a canceling of the two opposing effects. The reported impaired growth of plants in eight houses can be explained by a reduction of light and, in

The information in this publication represents the latest knowledge available to CMHC at the time of publication, and has been reviewed by experts in the housing field. CMHC, however, assumes no liability for any damage, injury, expense, or loss that may result from use of this information.

the new houses where plants died, positive design features were not sufficient to offset the reduced transmittance of the low-E windows.

The blind testing in the second phase called for 13 hypersensitive individuals to indicate their sensory perceptions to 4 sets of window glazings. All but one individual, who is photoallergic, expressed a dislike for the low-E assembly. Responses included feeling ill, anxious, and panic stricken when looking through it. This was especially clear when ambient light levels were low due to cloud cover.

Windows - Practical and Research Considerations

This final report provides a summary overview on the considerations involved with the use of low-E windows in current housing. There are variations in transmittance of low-E coatings; some have lower transmittance than others.

	Clear Glass Transmittance	Low-E Glass Transmittance
Single Pane	90%	50-80%
Double Pane	81%	45-72%
Triple Pane	72%	22-57%

Note: transmittances are in the visible range only; values are approximate and estimated from the product of the transmittances of the individual panes.

A triple-pane low-E window (with poor transmitting low-E coating) transmits less than a third of that transmitted by triple-pane clear glass.

The contribution of low-E coatings to the heating load of a well insulated house (the Toronto Healthy House) was estimated. A high performance assembly (fibreglass frames, argon-fill, warm-edge insulating spacers) not using low-E will result in 11% increase in energy consumption, while lower performance spacers would result in a 22% energy increase.

Impact on the Housing Industry

It is evident from these preliminary studies that more research is needed into this area. The impact of lighting on physiological

The information in this publication represents the latest knowledge available to CMHC at the time of publication, and has been reviewed by experts in the housing field. CMHC, however, assumes no liability for any damage, injury, expense, or loss that may result from use of this information.

processes is already established but more information is needed on
the impact of manipulating daylighting (through windows) on occupants. Some countries are already developing standards for daylighting in housing that reflect the reduced transmittance of low-E windows. Canada needs to review its daylighting regulations. Performance criteria will likely be a balance between lighting and energy efficiencies that meet health, safety, energy and comfort requirements. Until such time consumers should be made aware of individual glazing transmittance capabilities when building or renovating their homes.

Project Manager: *Virginia Salares*

Research Report: *Energy Efficient Windows, Lighting & Human Health (1996)*

A full report on this research project is available from the Canadian Housing Information Centre at the address below.

Housing Research at CMHC

Under Part IX of the National Housing Act, the Government of Canada provides funds to CMHC to conduct research into the social, economic and technical aspects of housing and related fields, and to undertake the publishing and distribution of the results of this research.

This factsheet is one of a series intended to inform you of the nature and scope of CMHC's technical research program.

The ***Research and Development Highlights*** *factsheet is one of a wide variety of housing-related publications produced by CMHC.*

For a complete list of Research and Development Highlights, or for more information on CMHC housing research and information, please contact:

The Canadian Housing Information Centre
Canada Mortgage and Housing Corporation
700 Montreal Road
Ottawa, Ontario
K1A 0P7

Telephone: (613) 748-2367
FAX: (613) 748-2098

Cette publication est aussi disponible en français.

The information in this publication represents the latest knowledge available to CMHC at the time of publication, and has been reviewed by experts in the housing field. CMHC, however, assumes no liability for any damage, injury, expense, or loss that may result from use of this information.

Le point en recherche et développement

96-205 Série technique

LES FENÊTRES ÉNERGÉTIQUES, L'ÉCLAIRAGE ET LA SANTÉ HUMAINE

Introduction

Dans un bâtiment bien isolé, le plus fort pourcentage de déperdition thermique est imputable aux fenêtres. Ce phénomène a donné naissance à une importante industrie vouée à l'amélioration de la performance thermique des fenêtres. Parmi les nombreux progrès technologiques réalisés dans ce domaine, l'innovation la plus vantée est certainement la fenêtre à vitrages scellés composée d'une ou de plusieurs parois vitrées revêtues d'un enduit à faible émissivité, une fenêtre dite «énergétique». Mentionnons aussi la mise au point de cadres isolés et d'intercalaires isolants, l'ajout d'un gaz inerte entre les parois vitrées et les vitrages multiples.

Le facteur spectral de transmission d'un vitrage est la mesure de la fraction de lumière qui le traverse. Les enduits et les colorations appliqués sur un vitrage agissent comme des filtres qui changent la transmission spectrale du vitrage et, par conséquent, la quantité de lumière dont jouissent les occupants. Aucune étude n'a toutefois déterminé jusqu'à quel point cette altération de la transmission peut influer sur les occupants. Comme l'utilisation des fenêtres énergétiques s'est répandue, il importe d'examiner quel effet elles peuvent avoir sur la santé des occupants. De plus, les codes du bâtiment actuels devraient être revus puisqu'ils visent des éléments de fenêtre qui ont été utilisés dans le passé, tels le verre transparent, et ne tiennent pas compte des nouveaux types de vitrage.

La SCHL s'est penchée sur cette question par le biais d'un certain nombre d'initiatives. Le présent document offre un survol de cette recherche et résume cinq recherches récemment terminées qui portent sur divers aspects de l'éclairage, des fenêtres énergétiques et de la santé.

Lighting and Human Health (L'éclairage et la santé humaine) Ce rapport expose les effets connus de la lumière sur la physiologie humaine, plus particulièrement en ce qui concerne la vision, l'appareil endocrinien et la physiologie générale. Même si l'appareil visuel peut s'adapter à une vaste gamme de niveaux d'éclairage, les processus non visuels sur lesquels agit la lumière semblent mieux fonctionner lorsque le niveau absolu d'éclairage est élevé. Les effets non visuels de la lumière comprennent l'influence sur l'humeur, la synchronisation des rythmes quotidiens avec le cycle du jour et de la nuit ainsi que la production d'hormones.

Le rapport donne un aperçu des connaissances actuelles dans ce domaine. Les sujets abordés sont les suivants :

- caractéristiques physiques de la lumière et méthodes de mesure;
- structure et fonction de l'appareil visuel et mécanismes physiologiques liés à la perception

des couleurs et à la sensibilité à la luminosité et au contraste;
- processus physiologiques touchés par l'exposition à la lumière;
- influence de la lumière sur la santé mentale et la structure du sommeil;
- utilisation des fenêtres à la maison et au travail.

Des recherches s'imposent si l'on veut mieux comprendre l'effet de la lumière sur la santé (sur le plan de l'intensité, du domaine spectral et de la durée). Ces recherches revêtent une importance particulière pour les personnes à risque d'une exposition insuffisante à la lumière, telles que les personnes âgées, les personnes institutionnalisées et les personnes sensibles à la lumière.

The Spectral Transmittance of Glazing Used in Canadian Houses (Transmission spectrale des vitrages utilisés dans les habitations canadiennes) Cette étude examine divers genres de vitrage utilisés au Canada. Des vitrages transparents, teintés et énergétiques ont été mis à l'essai pour connaître leur facteur spectral de transmission, selon l'épaisseur du vitrage et le nombre de parois vitrées utilisées pour la fenêtre. Des échantillons de vitrage transparent ont obtenu un facteur spectral de transmission dans le spectre visible oscillant autour de 90 %, tandis que de plus faibles transmissions (pouvant aller jusqu'à 50 %) ont été constatées pour le verre teinté et les vitrages plus épais. Les échantillons de vitrage énergétique ont révélé un facteur de transmission dans le spectre visible d'environ 80 %, alors que la fenêtre à double vitrage avec lame d'argon possédait un facteur de transmission de 70 % dans le visible. Le facteur de transmission dans la région de courte longueur d'onde a été plus faible que pour le verre transparent.

Regulations and Standards for Daylighting in Housing in Northern Latitude Countries (Règlements et normes relatives à l'éclairage diurne dans les habitations des pays septentrionaux) Ce rapport porte sur les normes d'éclairage diurne visant les habitations du Canada et d'autres pays. On y présente les règles de conception actuelles et futures ainsi que les règles et les systèmes de cotation actuels et futurs relatifs aux vitrages de fenêtres.

Les critères touchant la lumière entrent dans trois catégories : l'intensité, la durée et la qualité. Le coefficient d'éclairage diurne vise l'intensité de l'éclairage et est abondamment utilisé en recherche et en conception de bâtiment. La durée de l'éclairage n'est pas régie dans le bâtiment résidentiel, mais elle l'est pour les musées d'art et autres immeubles du genre. La qualité de la lumière, sur le plan de la transmission spectrale des fenêtres, fait toujours l'objet de nombreuses études.

Les règlements touchant l'éclairage diurne dans l'habitation portent généralement sur la taille des baies de fenêtre. Le Canada, le Danemark, la Finlande, les Pays-Bas, la Norvège et les États-Unis prescrivent tous des dimensions de fenêtre minimales par rapport à un pourcentage de la surface de plancher, habituellement de l'ordre de 10 %.

La France, l'Allemagne, le Japon et la Suède prévoient également un certain nombre d'autres critères en ce qui concerne les dimensions des fenêtres. Il s'agit d'exigences portant sur la surface de la baie, la transmission de la lumière diffuse, la profondeur de la pièce, la durée minimale d'exposition aux rayons solaires, le coefficient d'éclairage diurne et la répartition de l'éclairage. La Suède et le Royaume-Uni se sont dotés de normes destinées à assurer un bon éclairage diurne dans les bâtiments neufs et existants.

Parmi les pays consultés, la France a corrigé la taille des baies de fenêtre sur le plan du facteur de transmission. Le Danemark prévoit apporter des modifications à ses critères d'éclairage diurne en tenant compte des effets des vitrages très performants. La Suède envisage d'imposer un facteur de transmission minimal de 0,60.

A Survey of Low-E Windows on the Well-Being of Home Occupants (Étude des effets des fenêtres énergétiques sur le bien-être des occupants) Cette étude présente les réponses données à un sondage effectué auprès de 51 propriétaires-occupants vivant dans des habitations dotées, lors de leur construction ou de leur rénovation, de fenêtres énergétiques. Sur ce groupe, 37 occupaient des habitations neuves, 11 avaient fait remplacer quelques fenêtres par des fenêtres énergétiques et 3 avaient remplacé toutes leurs fenêtres par des fenêtres énergétiques. Le questionnaire utilisé lors du sondage était inspiré de questionnaires standards servant à évaluer les réactions humaines aux variations saisonnières. Ce questionnaire avait pour but de déterminer dans quelle mesure les propriétaires-occupants étaient satisfaits de leurs fenêtres. Aucune question portant directement sur la santé des répondants n'a été posée.

Les questions portaient plutôt sur les caractéristiques des maisons (p. ex. l'âge du bâtiment, la durée de l'occupation, le type de fenêtre et le nombre de fenêtres remplacées lors des rénovations), l'espace intérieur (p. ex. la luminosité, l'utilisation d'appareils d'éclairage intérieurs), l'influence du climat sur l'humeur de l'occupant, l'influence des variations saisonnières sur l'humeur de l'occupant et des observations générales.

Les répondants se sont dits satisfaits de l'efficacité thermique de leurs nouvelles fenêtres. Ils ont aussi indiqué que l'espace, le confort et la luminosité de leur milieu intérieur leur laissaient une impression favorable, sauf que cette impression résulte peut-être des améliorations apportées à l'aménagement intérieur, à la situation ou à l'orientation de la maison par rapport à la maison précédente.

Le sondage a fait ressortir que les occupants sont influencés par le rythme des saisons, mais que ceux-ci ne perçoivent pas de corrélation entre les variations saisonnières et le type de fenêtre.

Interrogés sur la croissance de leurs plantes d'intérieur, les répondants ont indiqué soit une croissance améliorée, soit une croissance restreinte ou une croissance égale.

Effects of New Window Glazings on Plants and People (Effets des nouveaux vitrages sur les plantes et les personnes) Cette étude fait suite à une précédente enquête qui évaluait l'effet des vitrages sur les plantes. Un second objectif consistait à déterminer l'effet de divers types de vitrages sur un groupe de personnes hypersensibles aux polluants environnementaux. Sur les 45 réponses reçues relativement à la croissance des plantes, 25 disent n'avoir observé aucun changement, 16 indiquent une amélioration et 4 indiquent une mauvaise croissance. Quatre cas supplémentaires de mauvaise croissance ont été signalés directement à la SCHL. Ces réponses découlent d'une série de facteurs, dont la taille des fenêtres et leur orientation, les capacités de transmission du vitrage de la fenêtre ainsi que les besoins particuliers des plantes. Dans les maisons neuves, on favorise l'éclairement quand on augmente les dimensions des fenêtres et qu'on améliore l'orientation par rapport au soleil. Par contre, les facteurs de transmission plus faibles des fenêtres énergétiques entraînent une diminution de l'éclairement.

L'amélioration de la croissance des plantes qui a été signalée pour les maisons neuves peut s'expliquer par une augmentation nette de la quantité de lumière; les effets positifs des caractéristiques de conception compenseraient la réduction du facteur de transmission propre aux vitrages peu émissifs. Dans certains cas, la lumière filtrée qu'offre les fenêtres énergétiques convient même mieux aux besoins de lumière de certaines plantes. L'absence de changements dans la croissance des plantes de 25 maisons est fort probablement due à l'annulation de deux effets opposés. Pour ce qui est de la diminution de croissance constatée dans huit maisons, elle s'explique par une réduction de la lumière et, dans les maisons neuves où des plantes sont mortes, par le fait que les caractéristiques de conception améliorées n'ont pas suffi à compenser le facteur de transmission plus faible des fenêtres énergétiques.

Dans la seconde phase de l'étude, il s'agissait d'organiser un essai à l'insu chez 13 personnes hypersensibles en leur demandant d'indiquer quelles étaient leurs perceptions sensorielles par rapport à 4 types de vitrage. Toutes ces personnes, sauf une qui est photoallergique, ont dit ne pas aimer le concept de la fenêtre énergétique. Parmi les perceptions exprimées, mentionnons les malaises, l'anxiété et la réaction de panique en regardant par la fenêtre. Ces sentiments étaient particulièrement manifestes lorsque la lumière ambiante était faible à cause de la couverture nuageuse.

Windows - Practical and Research Considerations (Fenêtres - questions pratiques et recherche) Ce rapport final offre un aperçu sommaire des facteurs à envisager dans l'utilisation de fenêtres énergétiques dans les habitations actuelles. Le facteur de transmission des enduits peu émissifs varie d'un produit à l'autre.

	Facteur de transmission du verre transparent	Facteur de transmission du verre peu émissif
Simple vitrage	90 %	de 50 à 80 %
Double vitrage	81 %	de 45 à 72 %
Triple vitrage	72 %	de 22 à 57 %

Nota : Ces pourcentages de transmission ne sont donnés que pour le spectre de la lumière visible; les valeurs sont approximatives et sont tirées du produit du facteur de transmission de chacun des vitrages.

Une fenêtre à triple vitrage dotée d'un enduit peu émissif laisse passer moins du tiers de la lumière que transmet une fenêtre à triple vitrage constituée de verre transparent.

On a évalué l'apport des enduits peu émissifs à la charge de chauffage d'une maison bien isolée (la Maison saine de Toronto). Une fenêtre très performante (cadre en fibre de verre, lame d'argon, bord chaud au toucher et intercalaires isolants) non dotée d'un enduit peu émissif entraîne une augmentation de la consommation d'énergie de 11 %, et ce pourcentage grimpe à 22 % lorsque les intercalaires sont moins performants.

Conséquences pour le secteur de l'habitation

Il est évident, selon des études préliminaires, que de plus amples recherches sont nécessaires dans ce domaine. L'influence de l'éclairage sur les processus physiologiques est d'ores et déjà établie, mais il faut davantage d'information sur les effets que peut avoir sur les occupants la manipulation de l'éclairage diurne (par l'entremise des fenêtres). Certains pays s'affairent déjà à élaborer, pour les habitations, des normes en matière d'éclairage diurne tenant compte du faible facteur de transmission des fenêtres énergétiques. Le Canada doit revoir ses propres règlements en matière d'éclairage diurne. Les critères de performance serviront sans doute à rétablir l'équilibre entre l'efficacité de l'éclairage et l'efficacité énergétique dans un souci de répondre aux exigences de santé, de sécurité, d'énergie et de confort. D'ici là, les consommateurs doivent être sensibilisés aux capacités de transmission des différents types de fenêtre lorsqu'ils se font construire une maison ou procèdent à des rénovations.

Directeur de projet : Virginia Salares

Rapport de recherche : *Les fenêtres énergétiques, l'éclairage et la santé humaine (1996)*

Il est possible de se procurer un rapport complet de cette recherche au Centre canadien de documentation sur l'habitation, à l'adresse ci-dessous.

Recherche sur le logement à la SCHL

Aux termes de la partie IX de la Loi nationale sur l'habitation, le gouvernement du Canada autorise la SCHL à consacrer des fonds à la recherche sur les aspects socio-économiques et techniques du logement et des domaines connexes, et à en publier et à en diffuser les résultats.

Le présent feuillet documentaire fait partie d'une série visant à vous informer sur la nature et la portée du programme de recherche technique de la SCHL.

Ce feuillet documentaire de la série ***Le point en recherche et développement*** *n'est qu'une des nombreuses publications portant sur l'habitation produites par la SCHL.*

Pour recevoir la liste complète des feuillets documentaires ou pour obtenir d'autres renseignements sur les recherches et l'information qu'offre la SCHL en matière d'habitation, veuillez communiquer avec le :

Centre canadien de documentation sur l'habitation
Société canadienne d'hypothèques et de logement
700, chemin de Montréal
Ottawa (Ontario)
K1A 0P7

Téléphone : (613) 748-2367
Télécopieur : (613) 748-2098

This publication is also available in English.

Cette publication contient les renseignements les plus à jour dont dispose la SCHL, lesquels ont été examinés par des experts du secteur de l'habitation. Toutefois, la SCHL n'assume aucune responsabilité pour les dommages, les blessures, les coûts et les pertes pouvant découler de l'utilisation de ces renseignements.